

## Die Dämonen. Über Gehilfen in den Wissenschaften

»Buttler! Buttler!  
Ihr seid mein böser Dämon«  
(Friedrich Schiller, Wallenstein)

### 1. Der Dämon in Gedanken

Maxwell hat einen, Laplace ebenso wie Loschmidt, und Sokrates sowieso. Doch zunächst der Reihe nach: Nach der Aufklärung und dem Zeitalter der Repräsentation, jenseits der klassischen *episteme* also, geben sich die sogenannten »exakten« Wissenschaften des 19. Jahrhunderts eine neue Ausrichtung in einem »Feld von apriorischen, von formalen und reinen, von deduktiven Wissenschaften«.<sup>1</sup> Innerhalb der einstigen Naturphilosophie, die nun Physik heißt, aber auch in der mathematischen Wahrscheinlichkeitsrechnung (Probabilistik) gleichermaßen wie in der Chemie, die sich von ihrem Status als Hilfswissenschaft im Laufe des Jahrhunderts zu einer eigenständigen Disziplin entwickelt, nehmen sie trotz aller post-aufklärerischen Vernunft immer noch eine feste Stelle ein: Die Dämonen. Während von jeher zu den unerklärten Naturerscheinungen wie selbstverständlich jene verborgenen Mächte herangezogen wurden, um häufig für einen unerklärlichen Rest, eine übernatürliche, nicht intelligible Kraft einzuspringen, so lässt sich in der Avantgarde der Naturforschung zwischen Biedermeier und Belle Époque, trotz des Einflusses stetiger Mathematisierung und zunehmenden Abstraktionsgraden, eine überraschend starke Tendenz verzeichnen, *den Dämonen* nach wie vor einen funktionalen Ort einzuräumen.

Das Konzept des Dämon ist nahezu so alt wie die abendländische Geschichte. Erste Erwähnungen finden sich bereits in der *Ilias*, wo der δαίμων zunächst sowohl gute als auch böse Gottheiten bezeichnet. Neben seiner etymologischen Herkunft vom »Teilen« bzw. »Zuteilen«<sup>2</sup> scheint es insbesondere die kulturelle Praktik des Unterscheidens, Sortierens, Verteilens oder Umordnens zu sein, was den Dämon im Verlaufe seiner Geschichte immer wieder auf den Plan hat rufen lassen. Das Hauptmerkmal eines δαίμων besteht jedoch darin, als ein »Mittleres zwischen Sterblichem und Unsterblichem«, als Medium zwischen Göttern und Menschen aufzutreten.<sup>3</sup> Das heißt er erscheint als eine Vermittlungsinstanz zwischen Erde und Himmel, zwischen Immanenz und Transzendenz. Seine wesentliche Funktion liegt darin, einen Kommunikations-

(1) Michel Foucault, *Die Ordnung der Dinge*, Frankfurt/M. 1966/1974, S. 303 sowie 374ff., 414–423.

(2) Vgl. Homer, *Ilias*. Neue Übertragung von Wolfgang Schadewaldt, Frankfurt/M. 730/1975, 1, 222 und 3, 420; für die weitere Genealogie vor allem Gerhard Krause und Gerhard Müller (Hg.), *Theologische Realenzyklopädie (TRE)*, Bd. VIII, Clodwig – Dionysius Are, Berlin/New York 1981, S. 270ff.

(3) Platon, *Das Trinkgelage. Oder Über den Eros*, Frankfurt/M. 380/1985, 202 d, hier: S. 66ff., sowie Krause und Müller, *TRE*, wie Anm. 2, S. 270.

kanal zwischen den menschlichen Sinnen und dem zu etablieren, was sich der unmittelbaren Anschauung und den plausibilisierenden Erklärungsversuchen des Menschen entzieht. Der Dämon stiftet und ermöglicht die Kommunikation zwischen den erklärlichen Zusammenhängen einerseits und den geistigen Phänomenen andererseits. Während bei Sokrates, dem das δαίμόνιον als begleitender und (nicht nur bei seiner *Gastmahl-Rede*) als Rat einflüsternder Schutzgeist erscheint, ebenso wie bei Platon noch die überwiegend wohlmeinenden Schutzfunktionen samt göttlicher Merkmale überwiegen, kommt diesen ›Mittelwesen‹, seitdem der Platonschüler Xenokrates in seiner Dämonologie allein den ›echten‹ Gottheiten ein positives Leistungsspektrum vorbehält, vorzugsweise eine Konnotation des Bösen zu.

Der auf den ersten Blick erstaunliche Befund, noch in den streng formalisierten Naturwissenschaften des 19. Jahrhunderts, in der modernen, das heißt mathematisch gereinigten Physik oder in den staubfreien Wahrscheinlichkeitskalkülen jener Zeit, versteckt zwischen den steilen Furchen elektromagnetischer Felder oder – gleichermaßen unsichtbar – in den lediglich stochastisch ermessenen Molekularbewegungen so seltsame Wesen wie Dämonen anzutreffen, mag zunächst überraschen. Weniger verwunderlich erscheint dieses Phänomen jedoch, wenn man bedenkt, dass weder die Naturforscher im viktorianischen England – man denke nur an William Crookes' Seancen und seine gleichzeitigen Arbeiten an den Kathodenstrahlen – noch die Angehörigen einer sich allmählich zur wissenschaftlichen Avantgarde entwickelnden preußischen Forscherelite den Protagonisten des Spiritismus, ihren radiologischen Geistern und okkulten Ätherwesen, ganz abhold gewesen sind. Gleichwohl hat sich eine Verschiebung jenes Ortes vollzogen, in dem diese (auch im zeitgenössischen okkulten Wortsinn:) Medien zum Einsatz kommen. Die Lücke, die man den Dämonen lässt, befindet sich nämlich nicht allein wie ehemals zwischen der gesicherten Erkenntnis und dem Obskuren, in der unscharfen Schattenwelt dessen, was sich den gängigen Theorien und ihren empirisch überprüfbaren Tatsachen entzieht, um einstweilen nicht weiter erklärbar zu erscheinen. Die Dämonen treten vielmehr an einer zentralen Stelle auf, und zwar als Hauptfiguren, als ›Weichensteller‹ in den theoretischen Modellen selbst, wo sie souverän ihren Platz behaupten: Allen voran tummeln sie sich im Modus des Gedankenexperiments, mit welchem es den verborgenen Naturgesetzen, beispielsweise in der Thermodynamik, aber auch in der klassischen Mechanik, nachzuspüren gilt. Im Folgenden soll diese Genese der Dämonen von ihrer Erscheinungsweise in einschlägigen theoretischen Schriften bis hin zu ihren ungleich konkreteren Manifestationen in realer Gestalt nachgegangen werden, um dabei vor allem nach ihrem epistemologischen Status, nach ihren fiktiven ebenso wie ihren tatsächlichen Anteilen im Prozess der Wissensproduktion zu fragen.

Zunächst sei jedoch eine kleine Genealogie der wissenschaftlichen Dämonen skizziert, die bei aller gebotenen Verknappung mindestens drei Etappen umfassen muss: den Buchhalter, den Türsteher und schließlich den Exorzisten.

### 1.1 Der Buchhalter

Der unstreitige Ahnherr der Dämonen im Geiste des (Gedanken-)Experiments, auf den alle nachfolgend erschaffenen Mittelwesen innerhalb der modernen *episteme* referieren, ist der Laplacesche Dämon. In einem *mémoire* von 1773 an die *Académie Royale des Sciences* präsentiert der französische Mathematiker

Pierre-Simon de Laplace jene »Intelligenz, welche für einen gegebenen Augenblick alle in der Natur wirkenden Kräfte sowie die gegenseitige Lage der sie zusammensetzenden Elemente kennt«. Dieses Wissen ist keineswegs zu unterschätzen, folgte daraus doch die unumschränkte Determinierbarkeit der Weltläufe. Denn »nichts würde ihr ungewiß sein und Zukunft wie Vergangenheit würden ihr offen vor Augen liegen.«<sup>4</sup>

Was Laplace hier mit großer Beiläufigkeit im Zuge seiner statistischen Überlegungen einführt, ist freilich nicht ohne philosophische Brisanz. Denn dieses Wesen, das als kleiner, subalterner Prokurist fern aller göttlichen Allmächtigkeit lediglich einer beobachtenden oder kalkulierenden Tätigkeit nachkommt, rüttelt zumindest indirekt an den althergebrachten Grundfesten von religiöser Teleologie wie philosophischem Determinismus gleichermaßen. Wenn jede Wirkung aus einer Ursache folgt und dieses Kausalitätsprinzip mithilfe newtonscher Differenzialgleichungen für jeden beliebigen Zeitpunkt auf jeden vergangenen wie zukünftigen Zustand der Welt angewendet beziehungsweise vorausberechnet werden kann, bleibt folglich kein Platz mehr für Unvorhergesehenes, Kontingenz oder gar die Freiheit des Willens.

Dieses Wesen wäre beinahe schon wieder in Vergessenheit geraten, hätte nicht der Berliner Physiologe Emil Du Bois-Reymond 99 Jahre später unter gewandelten Vorzeichen die Kreatur wieder zum Leben erweckt, um ihr mit einer neuen Funktionszuschreibung endgültig einen Platz in jenem Wartesaal zu sichern, von dem aus man zum wissenschaftlichen Parnass befördert wird. In seiner berühmten »Ignorabimus«-Rede von 1872 *Über die Grenzen der Naturerkenntnis* greift Du Bois-Reymond das unspezifische Wesen wieder auf, nicht ohne es näherhin als »Laplacesche[n] Geist im Besitze der Weltformel«<sup>5</sup> zu kennzeichnen. Entscheidend bleibt dabei jedoch, diesem untergeordneten, alles aufzeichnenden Registrator keine allzu große Macht zuzuschreiben. Denn dieser Geist verfügt mit seinem nahezu unbegrenzten Wissen aller Zustände doch nur über eine – wenngleich ungeheuerliche – Kenntnis, die er allerdings nicht als Er-Kenntnis einzusetzen versteht. Insofern verhilft er bloß dazu, sein Wissen medial – an wen auch immer – zu übertragen, ohne dabei selbst über es zu verfügen.

Einmal in der Welt, beginnen die Dämonen ein Eigenleben zu entwickeln, das seinerseits wiederum zu ungeahnten Erkenntnissen verhilft: Liegt doch der unerwartete Segen solcher Geister vor allem in dem fortwährenden intellektuellen Bemühen, das nötig ist, sich ihrer wieder zu entledigen. Nachdem sie einmal angerufen sind, lassen sie sich nur mühsam und allenfalls mit List wieder austreiben. Dieses Faktum lässt sich nirgendwo besser ablesen als an dem vielleicht berühmtesten, weil meistdiskutierten wissenschaftlichen Quälgeist und seinen bis heute andauernden Austreibungsversuchen.

### 1.2 Der Türsteher

Ähnlich wie Laplace erschafft der englische Physiker James Clerk Maxwell jenen Dämon, der späterhin so eng an seinen Eigennamen gekoppelt sein wird, höchst beiläufig im Zuge seiner Überlegungen zur kinetischen Gastheorie. Die Anordnung des Gedankenexperiments dürfte hinlänglich bekannt sein: Das eigentümliche, nicht göttliche Wesen wacht an einem Loch zwischen zwei

(4) Pierre-Simon de Laplace, *Philosophischer Versuch über die Wahrscheinlichkeit*, Leipzig 1814/1932, S. 1f., meine Hervorhebung.

(5) Emil Du Bois-Reymond, *Über die Grenzen des Naturerkennens*, in: ders., *Vorträge über Philosophie und Gesellschaft*, Hamburg 1872, S. 54–77, hier S. 63.

mit Gas gefüllten Kammern. Es öffnet einen masselosen Schieber, sobald sich ein schnelles Molekül von der einen Seite nähert. Und es schließt ihn, wenn ein langsames Molekül anlangt. Mit der Zeit steigt demnach die Temperatur in der einen Kammer an, während sie in der anderen abkühlt, und zwar ohne dass Arbeit verrichtet worden wäre. Allein durch die Art der Beobachtung und die Sortierungstätigkeit des Dämonen erscheint das von Rudolf Clausius 1865 formulierte Gesetz der Entropie gefährdet.

Ähnlich wie Laplace bezeichnet Maxwell den Protagonisten seines Gedankenexperiments nicht explizit als »Dämon« – das machen andere nach ihm –, sondern als »very observant and neat fingered being«,<sup>6</sup> und ähnlich wie Laplace, der seine Überlegungen im *Essai philosophique* ungleich später wieder aufgreift, nimmt sich Maxwell das Gedankenexperiment erst nach einigen Jahren erneut vor, um es ganz am Ende seiner *Theory of Heat* von 1871 der wissenschaftlichen Öffentlichkeit vorzulegen. Eingemeindet in die Gesellschaft wissenschaftlicher Dämonen hingegen wird das Wesen wiederum ähnlich wie bei Laplace durch jemand anderen. Die Taufurkunde, die Maxwells Wesen schließlich auf den Begriff bringt, erscheint in Form zweier kurzer Artikel von William Thomson, besser bekannt als Lord Kelvin, der das Gedankenexperiment aus Maxwells Wärmelehre aufgreift und ihm zur Popularität verhilft.

Thomson stützt dabei die übernatürlichen Fähigkeiten zurück auf ganz irdische Qualitäten, die sich auf wohldefinierte, mechanische Fingerfertigkeiten und manuelles Geschick beschränken. Gleichwohl belässt er ihm zugleich seinen ephemeren, ungreifbaren Charakter, verbunden mit der von Maxwell eigens angeführten großen Aufmerksamkeit (»very observant«) und genauen Beobachtungsgabe. Diese radikale Anthropomorphisierungsstrategie, die dem Dämon zudem »freien Willen« und Interventionsmöglichkeiten bescheinigt,<sup>7</sup> kennzeichnet ihn als ebenso unsichtbaren wie präsenten, mit nicht nachgebender Aufmerksamkeit wachenden (und wachen) Agenten, der bar aller transzendenten Höhenflüge, ohne großes Aufheben, geschickt seinen Dienst verrichtet.

### 1.3 Der Exorzist, I bis ∞

Maxwells Gedankenexperiment hat, nicht zuletzt dank Lord Kelvins Popularisierung, rasch eine breite Rezeption erfahren, vor allem aber zahllose Exorzismusversuche über sich ergehen lassen müssen, die bis heute – sogar noch verstärkt – andauern. Diese Serie von Exorzismen unterschiedlichster Provenienz wäre eine eigene Untersuchung wert, soll hier jedoch nur exemplarisch mit einer grafischen Übersicht (vgl. Abbildung 1) und dem Hinweis auf Leo Szilard beschieden werden. Dieser unternimmt 1929 einen ersten, einflussreichen Austreibungsversuch von Maxwells Kreatur, um die universelle Gültigkeit des zweiten Hauptsatz der Thermodynamik von seiner dämonischen Gefährdung zu befreien. Das zentrale Argument von Szilard besteht in dem Einwand, dass der Dämon, sofern er innerhalb des physikalischen Systems

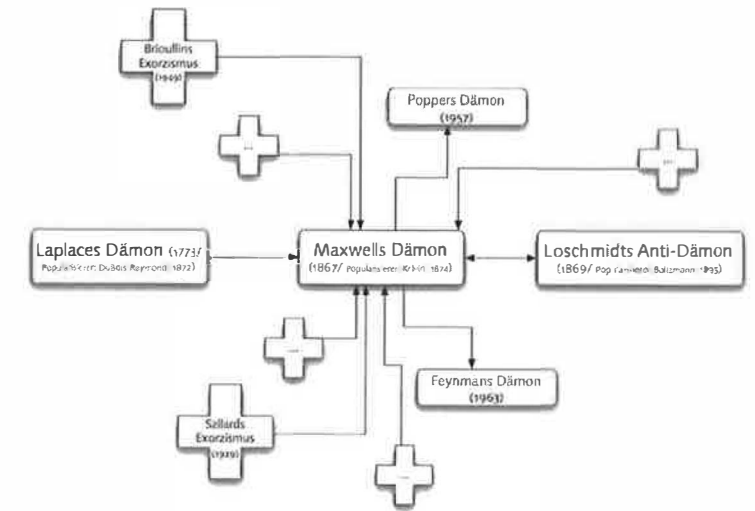


Abbildung 1: Genealogie der Dämonen

ebenfalls den Gesetzen der Thermodynamik genügt, für seine Beobachtung der herannahenden Moleküle seinerseits Energie benötigt. Und diese Energie entspricht nun exakt dem Betrag an Entropie, der dem System durch die Sortiererei des Dämons zur Verfügung gestellt wird. Mit anderen Worten: Die taxierende Beobachtung des Dämons, seine Messungen der Moleküle produzieren Abfall. Folglich kann das System nicht als ein *perpetuum mobile* verstanden werden. Hauptsatz gerettet. Dämon tot. Szilard transformiert das Gedankenspiel demnach von seinem thermodynamischen Ursprungsszenario auf eine erkenntnistheoretische Ebene, die dem Prozess der Beobachtung respektive Erkenntnisgewinnung seinen Energieverbrauch in Rechnung stellt. Entgegen Maxwells ursprünglichem Profil des Dämonen (»who can do no work«) erhebt Szilard ihn zu mehr als einem (mechanischen) Arbeiter, indem er an ihn eine bislang nicht bedachte, verborgene, entropische Leistung koppelt, die aus dessen unablässigen Beobachtungen resultiert und ohne die das gesamte System nicht funktioniert. Der rein mechanische Dämon schickt sich an, eine informationsverarbeitende Maschine zu werden.

Neben Szilards Exorzismus, der durch massive Anthropomorphisierung darauf setzt, dem Dämon ein menschliches Antlitz zu verleihen (die zahlreichen Bilder, die infolge dieser Diskursivierung einsetzen, sprechen für sich, vgl. Abbildung 2), lässt sich eine weitere Generalstrategie ausmachen, die ebenso darauf zielt, sich des Dämons und damit der Bedrohung des Entropiesatzes zu entledigen. Diese zweite Strategie folgt der alten homöopathischen Logik des *simile similibus*, also dem Grundsatz, einen Dämon durch einen anderen Dämon auszutreiben. Auch hier seien nur kurz einige exemplarische Versuche genannt, etwa Loschmidts Dämon, der 1895 von Ludwig Boltzmann ins Spiel gebracht wird, Poppers oder Feynmans Dämonen, die sich ebenso wie bei Loschmidt dadurch auszeichnen, dass sie sich als sogenannte Anti- oder Nicht-Dämonen verstehen, die einzig zu dem Zweck erdacht worden sind, naturwissenschaftliche Störenfriede wie die maxwellsche Kreatur zu erledigen. Beide Strategien lassen sich insofern gut unterscheiden, da Leo Szilard Maxwells Geschöpf gewissermaßen zu einem menschlichen Akteur aufwertet, also aus einem mechanischen Arbeiter einen Akteur mit Bewusstsein kreiert, der ebenso über informationsverarbeitende Fähigkeiten verfügt. Die Anti-Dämonen à la Loschmidt folgen dagegen eher dem Prinzip eines nicht-menschlichen Wesens, an das verschiedene Handlungsprogramme delegiert werden und das zudem allein der Technik sowie den Naturgesetzen un-

(6) Peter Michael Harman (Hg.), *The scientific letters and papers of James Clerk Maxwell*, Bd. II, 1862–1873, Cambridge u. a. 1995, S. 332.

(7) Vgl. William Thomson, *Kinetic Theory of the Dissipation of Energy*, *Nature*, Jg. 9, 1874, S. 441, wo es in einer Anmerkung heißt: »The definition of a »demon«, according to the use of this word by Maxwell, is an intelligent being endowed with free will, and fine enough tactile and perceptive organization to give him the faculty of observing and influencing«. Bemerkenswert ist daran nicht zuletzt, dass Thomson die initiale Bezeichnung des Wesens als Dämon wiederum Maxwell unterschreibt, der das allerdings zurückweist. Am Ende will niemand den Dämonen gerufen haben.

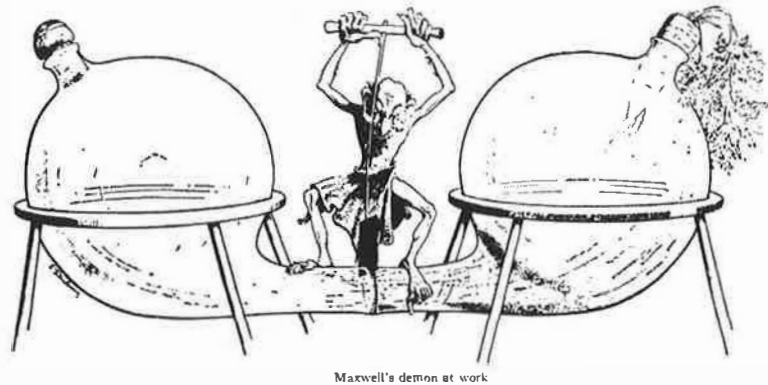


Abbildung 2: Vergleichsweise frühe Darstellung von Maxwells Dämon bei mechanischer wie observierender Schwerstarbeit, nach L. Darling und E. O. Hulburt, *On Maxwell's demon*, *American Journal of Physics*, Jg. 23, 1955, S. 470–471

terworfen bleibt, also somit dezidiert nicht nach anthropogenen Mustern funktioniert. Beide Charakterisierungen lassen nicht nur viele Fragen offen, sondern bleiben auch in ihrer Modellierung in spezifischer Weise defizitär.

Zu den notwendigen kulturellen Effekten der Dämonologie zählt auch und nicht zuletzt die Praktik, sie als integralen Bestandteil der Wissensproduktion zu verstehen. In der Frühphase der modernen Wissenschaften, namentlich in der Royal Society, billigt man diesen obskuren Akteuren bereits ein entschiedenes Erkenntnispotential zu.<sup>8</sup> Der Historiograf der frühneuzeitlichen Dämonologie, Stuart Clark, hat zu Recht darauf hingewiesen, dass Dämonen in diesen Kontexten daher nicht zuletzt als eine sehr konkrete Hilfe erscheinen, akute wissenschaftliche Rätsel und Probleme zu lösen. Ganz im Sinne des Gedankenexperiments von Laplace oder Maxwell lässt sich ein Dämon daher als *Katalysator der Erkenntnis* verstehen, der dazu dient, die neuen Ansichten zunächst zu prüfen und – im Erfolgsfall – auch als akzeptiertes Wissen durchzusetzen.<sup>9</sup>

Worum geht es also, wenn in ansonsten eher nüchternen, weil rationalistisch dominierten Debatten der modernen Naturwissenschaften plötzlich so ephemere Akteure wie Dämonen auftauchen? Ein solches Wesen gilt seit alters her als *Vermittler* zwischen dem Transzendentalen, Unerklärlichen und dem vertrauten Geschehen im Diesseits. »So traten die Dämonen dann gleichsam in die Mitte zwischen dem Himmel und der Erde.«<sup>10</sup> Doch was leistet eine solche Zuschreibung, wenn in theoretischen Zusammenhängen der Probabilistik, Thermodynamik oder anderen, experimentalwissenschaftlichen Konstellationen von Dämonen die Rede ist? Vordergründig betrachtet geht es zunächst einmal darum, diskursive Aufmerksamkeit zu erlangen. In der prototypischen Rezeption von Maxwells Dämon seit den 1930er-Jahren kommt den kleinen Helfern die Aufgabe zu, als Hebelpunkt zu dienen, an dem ansetzend man seinen Ruhm als Naturforscher schlagartig mehrern kann, sei es durch den bestätigenden Beweis der vom Gedankenexperiment vorgegebenen Hypothese, sei es beim erfolgreichen Exorzieren ebendieser. Ein erfolgreich etablierter Dämon, der mithin gar auf den eigenen Namen hört, scheint den Ruhm noch

(8) Stuart Clark, *Thinking with demons. The idea of witchcraft in early modern Europe*, Oxford u. a. 1999, S. 310.

(9) Clark, *Demons*, wie Anm. 8, S. 160 und 298.

(10) Georg Conrad Horst, *Zauber-Bibliothek. Oder von Zauberei, Theurgie und Mantik, Zauberern, Hexen und Hexenprocessen, Dämonen, Gespenstern und Geistererscheinungen. Zur Beförderung einer rein-geschichtlichen, von Aberglauben und Unglauben freien Beurtheilung dieser Gegenstände, Erster Theil*, Mainz 1821, S. 12.

zu Lebzeiten ebenso zu sichern wie ein erfolgreich durch die Mittel des scharfen Gegengedankens ausgetriebener. Nicht anders ist die Konjunktur zu erklären, die sich auf Maxwells unschuldigen Akteur beziehend zu einer regelrechten Filiation der Quälgeister entspinnt.

Dämonen sind also Popularisierer von wissenschaftlichen Ideen und Theorien sowie Attraktoren von Aufmerksamkeit, insofern sie ihren Schöpfern oder erfolgreichen Austreibern eine Nische in der Historiografie der Disziplin zu sichern versprechen. Mithilfe der »intelligenten Wesen« wird versucht, in Form eines zumeist recht anschaulichen Gedankenexperiments komplexe Überlegungen an eine noch zu überzeugende Leserschaft zu vermitteln. Man könnte die Dämonen demnach als rein rhetorischen Kunstgriff verstehen. Doch mit ihnen wird neben der Distributionsfunktion von Argumenten zugleich ein Modell etabliert, in dem sie nicht nur zwischen offenen Fragen und ungeklärten Antworten, zwischen theoretischen Problemstellungen und ganz konkreten Versuchsaufbauten vermitteln. Sie besetzen darüber hinaus eine ganz zentrale Stelle im epistemologischen Prozess der Wahrheitsfindung.

## 2. Zwischen Erde und Rücken der Pferde

Während Engel klassischerweise als die Boten des einen Gottes die Informationen ihres Gebiets unverstellt, wenngleich häufig in uneigentlicher Rede den Menschen überbringen, stehen Dämonen dagegen unter notorischem Manipulationsverdacht. Beiden Wesen ist gemein, dass sie als Mittler zwischen den Sphären des Himmels und der Erde agieren. Beide etablieren einen Kommunikationskanal zwischen dem Reich der diesseitigen Dinge und jenem Bereich, der sich aller Anschauung entzieht.<sup>11</sup> Allein die Engel funktionieren in diesem Kommunikationsschema in solcher Weise, dass sie vor allem Botschaften transportieren, und zwar ohne auf ihren Inhalt einzuwirken. Schon Thomas von Aquin hat sie als den verlängerten Mund Gottes skizziert. Geduldig wie Papier übertragen sie Informationen unverfälscht, ohne sie dabei zu deformieren. Anders dagegen die Dämonen. Neben ihrer Eigenschaft als Boten verfügen sie über eine spezifische Produktivkraft, die es nicht nur erlaubt, die Informationen zu verändern. Ihnen kommt vielmehr noch ein entscheidender Anteil am Erkenntnisprozess zu. Denn sie sind nicht allein ein Übertragungsmedium, sondern treten ebenso als Akteure in Erscheinung, die über eine besondere Handlungsmacht verfügen und den Lauf der Dinge maßgeblich zu beeinflussen verstehen. »Die Dämonen waren *die Hebel*, wodurch alle Erscheinungen in der Körper- und der Geisterwelt bewirkt wurden. [...] Also waren sie im allgemeinen Völkerglauben *das Mittel*, wodurch man Erscheinungen hervor bringen zu können vermeinte, welche *gegen die gewöhnliche Ordnung der Dinge* sind;«<sup>12</sup> wie der Großherzoglich Hessische Kirchenrat Georg Conrad Horst 1821 resümiert. Die Dämonen sitzen also nicht nur am Hebel, um auf jedwede Erscheinung, in jeden Prozess verändernd einwirken zu können. Sie stören darüber hinaus die gewöhnliche Ordnung der Dinge, indem sie als

(11) Vgl. dazu etwa Michel Serres (Hg.), *Die Legende der Engel*, Frankfurt/M. u. a. 1995, Thomas Macho, *Himmliches Geflügel – Beobachtungen zu einer Motivgeschichte der Engel*, in: Cathrin Pichler (Hg.), *Engel, :Engel. Legenden der Gegenwart*, Wien, New York, 1997, S. 83–100, Bernhard Siegert, *Vögel, Engel und Gesandte. Alteuropas Übertragungsmedien*, in: Horst Wenzel (Hg.), *Gespräche – Boten – Briefe. Körpergedächtnis und Schriftgedächtnis im Mittelalter*, Berlin 1997, S. 45–62, und jüngst Giorgio Agamben, *Die Beamten des Himmels. Über Engel, gefolgt von der Angelologie des Thomas von Aquin*, Frankfurt/M. u. a. 2007, dort auch mehr zu den anderen Funktionen der Engel, etwa als Bewunderer oder Streitmacht Gottes, S. xx.

(12) Horst, *Zauber-Bibliothek*, wie Anm. 10, S. 11, m. H.

Unruhemoment eine kleine Modifikation oder Verschiebung beitragen, die dazu dienen kann, die herrschende *episteme* in ein anderes Gefüge zu bringen. Mit anderen Worten, sie sind das Mittel, um der Natur neue Erkenntnisse abzutrotzen. Ganz im Gegensatz zu den Engeln dienen sie als ein epistemologisches Werkzeug gegen die herrschende Ansicht über die Ordnung der Dinge. Sie funktionieren als eine erkenntnistheoretische Sonde, welche dazu verhilft, die Gültigkeit der Naturgesetze auf die Probe zu stellen.

Gemäß dieser Eingriffsmöglichkeiten oder Manipulationsfunktionen kommt den Dämonen auch in den (Gedanken-)Experimenten des 19. Jahrhunderts eine zentrale Rolle zu. Planmäßig besetzen sie die Position am Hebel der Erkenntnisfindung, wenn sie das festgefügte Wissensgebäude auf seine Erschütterungsfähigkeit sondieren. Ihre poetische Schaffenskraft erhalten sie dabei im Rekurs auf die antike Tradition. Kaum zufällig erfahren die Dämonen um 1800 im Zeichen von Sturm und Drang und der Genie-Ästhetik erneut eine große Aufmerksamkeit, wobei der Fokus einmal mehr auf der geistigen Produktivkraft liegt. Niemand anderes als der Programmatiker des Sturm und Drang, Johann Georg Hamann, bringt den sokratischen Dämon und andere Genien explizit mit der Wissenschaftsgeschichte in Verbindung, wenn er 1759 fragt, »ob dieser Dämon nicht vielleicht eine Quecksilberröhre oder den Maschinen ähnlicher gewesen, welchen die Bradleys und Leuwenhoeks ihre Offenbarungen zu verdanken haben.«<sup>13</sup> Einerlei, ob in einem konkreten Labor oder nur in Gedanken, die Dämonen stören gewissermaßen den routinierten Dienst nach Vorschrift, indem sie dazu beitragen, eine neue Ordnung hervorzubringen. Denn es ist ihre Handlungsmacht, mit der sie als Vermittler im dreifachen Sinne neue Einsichten transportieren. Zu diesen drei Komponenten der Vermittlung zählt erstens ihre Funktion als Medium im Sinne der Popularisierung (Verbreitung), zweitens als Metapher oder Denkfigur und drittens als Übersetzer, die jene Handlungsmacht delegiert an die Dinge. Kurzum, der Dämon ist ein notwendiger Bestandteil, um zum Gelingen des wissenschaftlichen (Gedanken-)Experiments beizutragen und somit zu neuem Wissen zu verhelfen. Als Metapher oder Denkfigur leisten die Dämonen, trotz ihres fiktiven Charakters, gedankliche Schwerstarbeit, indem sie Problemstellungen veranschaulichen oder problematisieren. Gerade weil sie Fantasieprodukte sind, schärfen sie die Vorstellungskraft ihrer Rezipienten umso stärker. Metapher heißt nicht zuletzt Übertragung im Sinne von Transfer, und dementsprechend übersetzen die fiktiven Gestalten sehr konkret spezifische Probleme, um diese ganz unfiktiv operationalisierbar zu machen. Und schließlich bliebe ohne sie in ihrer anthropomorphen Erscheinung das Gedankenexperiment weit weniger populär, sondern abstrakt und unanschaulich. Dergestalt als Katalysatoren der wissenschaftlichen Erkenntnis skizziert, lässt es die ontologische Frage nach ihrer Existenz hinfällig werden. Denn in ihrer sehr handfesten Funktion erscheinen die Dämonen als ebenso wichtige wie fassbare Akteure im wissenschaftlichen Diskurs, von denen – wie im Falle des in die Diskussion geratenen Entropiesatzes – entscheidende Blickverschiebungen und epistemologische Sondierungen ausgehen. Die Dämonen ebnen den Weg zur wissenschaftlichen Erkenntnis und geben diesem Prozess eine materielle Gestalt. Mit einem Wort, sie dienen als *Steigbügel der Gedanken*.

Was ist damit gewonnen, wenn die Dämonen gerade noch als eine Denkfigur und Metapher analysiert worden sind, nur um diese Beschreibung nun ihrerseits mit einer Metapher zu kennzeichnen?<sup>14</sup> Oder anders: Was nützt

(13) Johann Georg Hamann, *Sokratische Denkwürdigkeiten*, Stuttgart 1759/1998, S. 57.

(14) Auch eine Art Exorzismus: die Metapher durch eine Metapher ersetzen heißt, Ähnlichkeit mit Ähnlichkeit zu beantworten. Nicht anders funktioniert die homöopathische Variante der Dämonenaustreibung.

der Dämon in Gedanken, wenn man ihn nicht in historisch konkrete Figurationen und ganz reale, vielleicht auch medienmaterialistische Praktiken übersetzt? Läuft man nicht Gefahr, sich mit einem exklusiven Blick auf die diskursiven Ereignisse innerhalb der Gedankenexperimente lediglich im Spiel der Signifikanten zu verlieren? Keineswegs, denn diese Dämonen-Charakteristik ist alles andere als *nur* eine Metapher. Sie erschöpft sich nicht in reiner Rhetorik. Vielmehr ebnet sie ihrerseits den Weg zu einer ungleich konkreteren Erkenntnislage, mit deren Rekonstruktion die gesamte epistemologische Situation evident wird. Jede Metapher basiert schließlich auf einer Transformation, die eine ursprüngliche Konstellation auf eine andere, übertragene Bedeutungsebene hievt. Während letztere soeben in den verschiedenen epistemologischen Funktionen der Dämonen verortet worden ist, bleibt die Frage nach der Ausgangslage, die es noch zu ergründen gilt. Was, so ist zunächst zu fragen, heißt das eigentlich, wenn ein Akteur im wissenschaftlichen Erkenntnisprozess als *Steigbügel der Gedanken* bezeichnet wird? Mit dieser Metapher geht nicht nur eine treffende Beschreibung dessen einher, was der Akteur respektive Dämon in der Wissensproduktion leistet. Sie übersetzt diese Denkfigur zudem in eine mediale Praxis, die sehr konkret erkennen lässt, wer alles mitarbeitet an unseren Gedanken. Denn welche mediale Materialität verbirgt sich hinter dieser sprachlichen Wendung? Abschließend gilt es daher noch, der *Metapher des Steigbügels* nachzugehen, sie zu entfalten und dabei als erkenntnistheoretische Grundfigur zu dechiffrieren. Man folge also, bitte, für einen kurzen Moment zum Pferd.

Manchmal, so Johann Beckmann 1792 in seinen *Beyträgen zur Geschichte der Erfindungen*, müssen die Dinge keineswegs »uralt seyn, [...] die zur allgemeinen Bequemlichkeit gereichen, ja, die so gar so unentbehrlich und zugleich so leicht zu erfinden scheinen, daß man sich kaum verstellen kan, wie sie jemals haben fehlen können.«<sup>15</sup> Erst in der Spätantike, gegen Ende des 6. Jahrhunderts, finden die Steigbügel erste Erwähnungen im abendländischen Schrifttum. Nachdem sie ihren Weg aus den asiatischen Steppen über Ungarn und das Baltikum nach Mitteleuropa gefunden haben,<sup>16</sup> gehen mit dieser unscheinbaren Neuerung, ein Pferd zu besteigen, in der Folgezeit höchst weitreichende Veränderungen der politischen Landschaft einher. So scheint es erst durch dieses Hilfsmittel möglich oder sogar notwendig, die militärischen Kräfte auf das Pferd (buchstäblich:) umzusatteln, und es ist das Verdienst von Karl Martell (686–741), mit dieser Heeresreform zugleich die Grundlage für das Lehenwesen und den Feudalismus in Europa gelegt zu haben.<sup>17</sup>

Freilich kannten bereits die Alten verschiedene Arten, ein Pferd zu besteigen. Schon Xenophon gibt in seinem Reitertraktat erschöpfend Auskunft darüber, wie auf den Rücken der Tiere zu gelangen sei. Die gebräuchlichste Methode, die nebenbei bemerkt bis hinein in den gegenwärtigen Schulsportunterricht reicht, besteht schlicht im Auf- und Abspringen, was von jungen Römern bis hin zu schweren Rittern an hölzernen Voltigierböcken zuvor intensiv geübt werden musste. Dem Ritterschlag geht der Rittersprung voraus. Im Gegensatz zu heutigen Gymnasiasten verfügten jedoch weder junge Römer noch Ritter in voller Montur über ein Sprungbrett, das sie hinaufkatapultierte. Die Kunst bestand vielmehr darin, sich »ohne alle Beyhülfe aufs Pferd schwen-

(15) Johann Beckmann, *Steigbügel*, in: ders., *Beyträge zur Geschichte der Erfindungen*, Bd. 3, Leipzig 1792, S. 102–121, hier S. 103f.

(16) Zur Überlieferung der ältesten Funde vgl. Paul Reinecke, *Zur Geschichte des Steigbügels, Germania. Anzeiger der Römisch-Germanischen Kommission des Deutschen Archäologischen Instituts*, Jg. XVII, 1933, S. 220–222.

(17) Vgl. zu dieser Transformation Lynn T. White jr., *Die mittelalterliche Technik und der Wandel der Gesellschaft*, München 1963/1968, S. 13–38.

ken zu können.«<sup>18</sup> Jeglicher Einsatz eines wie auch immer gearteten Mediums war verpönt. Daneben gab es jedoch weitere Methoden, die verschiedene Hilfsmittel einbezogen, so etwa die Trittsteine vorzugsweise vor Rat- oder Gasthäusern an den Landstraßen oder aber ein Haken in der Lanze, der ebenfalls als Trittbrett diente. Und schließlich bestand eine Alternative darin, die Pferde selbst einem spezifischen Disziplinarregime zu unterwerfen, indem sie darauf abgerichtet wurden, die vorderen Knie zu beugen.<sup>19</sup>

Dieser kleinen Genealogie der – wenn man so will – Aufsteigesysteme aus Sprung, Stein, Lanze und Disziplin setzt der Steigbügel oder Stegreif weitestgehend ein Ende, was sich – neben den archäologischen Funden – nicht zuletzt am sprachlichen Wandel festmachen lässt. So liefert die Semantik der Kriegskunst, Lieder und Epen ein deutliches Indiz, wenn es statt »abspringen« im frühen 8. Jahrhundert nunmehr »auf-« und »absteigen« heißt.<sup>20</sup> Zugleich prägt das neue Artefakt seinerseits sprachliche Wendungen wie »On Stegreif in den Sattel springen«, was soviel heißt wie »ohne Hilfe anderer etwas ausführen.«<sup>21</sup>

### 3 Schulterstücke

Neben Sprung und Trittstein existiert allerdings noch eine weitere gängige Art, sich auf den Rücken der Pferde zu begeben. »Vornehme und ältere Personen stiegen mit Hilfe eines Dieners auf (*strator*, ἀναβολεύς), welcher seine Hand als Tritt darbot.«<sup>22</sup> Je nach Rang der Person oder der zu bezeugenden Subordinationsverhältnisse dient nicht nur die Hand des Gehilfen als Stütze. Im Extremfall maximaler Unterwerfungsgesten wird von den Bedienten noch mehr verlangt. »Diese musten auch dabey oft sich niederwerfen, damit der Herr auf ihren Rücken treten konte.«<sup>23</sup> Nicht von ungefähr ist es die Bezeichnung für den Diener oder Reitknecht, zu Griechisch ἀναβολεύς oder lateinisch *strator*, mit der das neue Artefakt des Steigbügels ab dem 6. Jahrhundert bezeichnet wird. Bemerkenswert daran ist nicht zuletzt, wie der Begriff für einen selbstverständlichen menschlichen Akteur umstandslos auf einen nicht-menschlichen Akteur, den Steigbügel übertragen wird, und zwar, wie der Universalhistoriograf des Steigbügels, Major Adolph Schlieben, hervorhebt, »ganz nach Analogie des deutschen Wortes Stiefelknecht [...], welches einen Menschen, welcher die Stiefel auszieht, bedeuten konnte und dann auf das hölzerne Instrument, welches denselben Dienst leistet, überging.«<sup>24</sup> Wenn in der Analyse des wissenschaftlichen Gedankenexperiments also von einem Akteur die Rede ist, dessen Leistung vor allem darin besteht, als Steigbügel der Gedanken zu dienen, dann ist damit nicht nur jenes metallische Instrument gemeint, das in seiner historischen Vielfalt unschwer mit der Fülle der Gedanken korrespondieren kann (vgl. Abbildung 3). Vielmehr geht es darum, diese Metapher ernst zu nehmen, um damit den Blick auf die eigentlichen Träger dieser Funktion freizulegen, nämlich auf die Diener und ihre Übersetzungsleistung, die unter Einschluss verschiedener Instrumente zu einem Hybrid werden, und zwar sowohl in alltäglichen Szenarien wie beim Reitknecht als auch in spezielleren wissenschaftlichen Experimentalanordnungen, wo den un-

(18) Beckmann, *Steigbügel*, wie Anm. 15, S. 109; für das folgende ebenda, S. 109–112.

(19) Adolph Schlieben, *Geschichte der Steigbügel*, *Annalen des Vereins für Nassauische Altertumskunde und Geschichtsforschung*, Jg. 24, 1892, S. 165–219, S. 168.

(20) Vgl. Schlieben, *Geschichte der Steigbügel*, wie Anm. 19, S. 180.

(21) Ebenda, S. 175.

(22) Ebenda, S. 168.

(23) Beckmann, *Steigbügel*, wie Anm. 15, S. 121.

(24) Schlieben, *Geschichte der Steigbügel*, wie Anm. 19, S. 170.

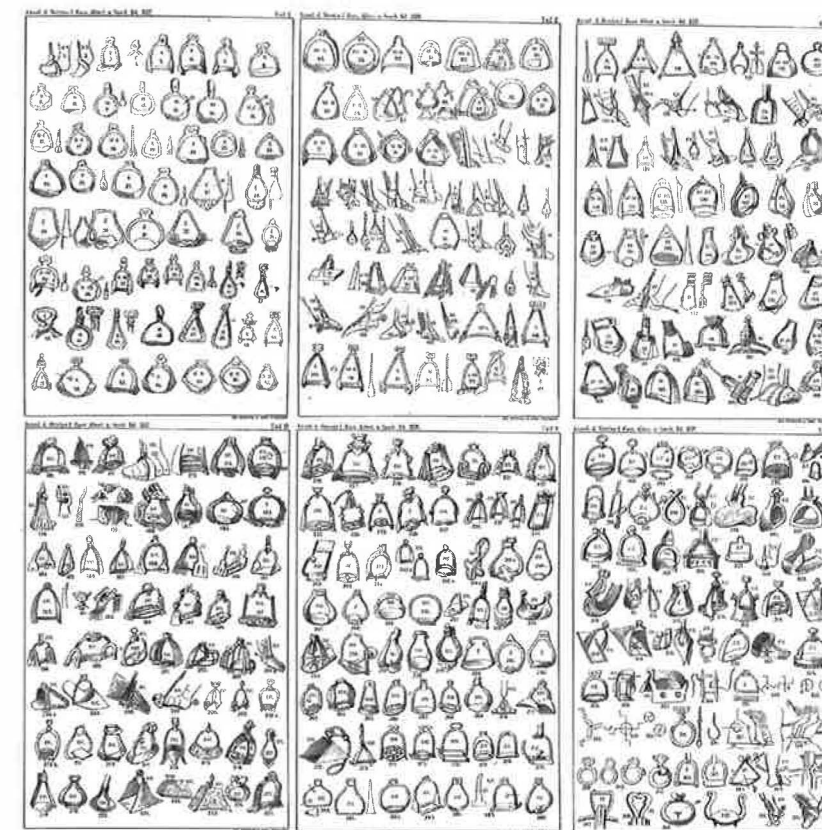


Abbildung 3: Die Vielfalt der Gedanken.

sichtbaren Technikern ebenso wie den unbeachteten Gehilfen beim Experiment eine entscheidende Rolle am Erkenntnisgewinn zukommt.

Der Steigbügel respektive Diener ist ein Übersetzer, der dem Herrn zu einer privilegierten Lage, zum bequemen Aufstieg und festen Sitz im Sattel, verhilft. Er verschafft dem Herrn eine erhöhte Position, die sowohl gesteigerte Mobilität als auch den Überblick des Terrains gewährleistet, seien dies nun topografische Gegebenheiten (Stichwort: »Feldherrnblick«) oder der Blick auf ganze Forschungslandschaften. Zugleich aber bedeutet die exponierte Position zu Pferde auch eine erhöhte Sichtbarkeit: Von dem Kollektiv aus Herr, Knecht und Instrumenten wird für gewöhnlich vor allem der Herr wahrgenommen. Umgekehrt entschwinden die Gehilfen ebenso wie die Instrumente üblicherweise den Blicken der Chronisten, sie verharren in Unsichtbarkeit. Wer würde auf die Frage, wie die boyleschen Gasgesetze entdeckt wurden, mit dem Hinweis auf Robert Hooke, Denis Papin und deren virtuose Handhabung der Luftpumpe antworten? Nein, Robert Boyle steht für die Entdeckung dieses Naturgesetzes. Wer würde mit Blick auf James Joules mechanisches Wärmeäquivalent antworten, dass sich dieses allein der Zuarbeit des Feinmechanikers John Benjamin Dancer sowie der unermüdlichen Handarbeit namenloser Brauereihilfen in Manchester verdankt? Wer würde bei Carl Friedrich Gauß' Entwicklung der Telegrafie an seinen Instrumentenbauer Moritz Meyerstein oder an so gewöhnliche Gestalten wie den Institutsdiener Michelmann denken? Wer würde ...<sup>25</sup>

So wie sich der Steigbügel selbst in schwebender Lage zwischen der Erde und dem Rücken der Pferde befindet, besetzt auch der wissenschaftliche Dämon eine Position im Dazwischen, die Himmel und Erde, intellektuelle Kopfarbeit im Sinne exponierter Forschungstätigkeit und experimentelle Handarbeit im Zuge der alltäglichen Praktiken und Forschungsroutinen in Ver-

bindung bringt. Denn der Dämon in den Wissenschaften ist keineswegs auf das Gedankenexperiment oder auf Luftpumpenversuche im 17. Jahrhundert beschränkt. Ebenso wenig wie die Steigbügel sich nur in einer metaphorischen Bezeichnung erschöpfen, sondern sehr konkret immer schon für die verschwiegene Tätigkeit der Diener stehen, verbirgt sich hinter den wissenschaftlichen Dämonen weit mehr als ein nur fiktionaler Akteur, mit dessen Hilfe sich ephemere Theorieszenarien à la Maxwell veranschaulichen lassen. Aber, so ließe sich einwenden, es gibt doch gar keine Dämonen, und wenn doch, so erscheinen sie trotz der verschiedenen Stadien ihrer Anthropomorphisierung – man denke an die Visualisierungen von Maxwells Dämon – lediglich als willfähige Helfer in den unfasslichen Sphären des Gedankenexperiments. Diesem Einwand ist jedoch zu entgegnen, dass die Dämonen mitnichten lediglich als Fiktionen ohne materielles Substrat auftreten. Sie wirken vielmehr als reale Protagonisten der Erkenntnisfindung, auch wenn ihr Status oftmals übersehen wird, da es sich um die geringfügigsten und selbstverständlichsten Akteure handelt, die in den Annalen der Wissenschaften nur im Ausnahmefall Erwähnung finden. Inzwischen ist es offensichtlich: Während hier von den Dämonen und ihrem Anteil an der Wissensproduktion die Rede war, ging es in uneigentlicher Rede immer schon um die Figur des Dieners, in diesem Fall genauer um den *Labordienner*.

Die Parallelen zwischen wissenschaftlichen Dämonen und den dienstbaren Geistern der Wissenschaften sind unmittelbar evident. Wenn Maxwell seinen beobachtenden Türsteher als »very *observant* and neat fingered being« beschreibt, dann ruft er damit nicht zuletzt die Figur des *servant* auf, der ebenso geflissentlich wie aufmerksam dem Auftrag seines Herrn nachkommt. Beiden Akteuren ist gemein, eine hintergründige Produktivität zu entfalten, die zugleich einer systematischen Fehlwahrnehmung unterliegt, insofern ihr Beitrag zum Erkenntnisgewinn in der offiziellen (Wissenschafts-)Geschichtsschreibung weitestgehend übergangen wird. Denn das wesentliche Merkmal beider besteht in ihrer Funktion, während der Dienste an- und abwesend zugleich zu sein. Präsent ist der Dämon in der Fiktion des Gedankenexperiments, während der Diener seine physische Präsenz im Labor oder im Herrenzimmer nicht umgehen kann. Doch während der Dämon nur in Gedanken anwesend, im tatsächlichen Leben dagegen weitestgehend vergeblich zu suchen ist, zeichnet sich die Absenz des Dieners im Realen durch seine fehlende Erwähnung in der Überlieferung der wissenschaftlichen Errungenschaften beziehungsweise durch seine ostentative Unsichtbarkeit als Domestike aus, durch den die Herrschaften wie Glas hindurchzusehen angeleitet sind. Beide Figuren, Dämonen wie Diener, operieren auf jeweils spezifische Weise im Kontext des Fiktionalen, den sie in reale wissenschaftliche Praktiken zu übersetzen verstehen. So wie das dämonologische Gedankenexperiment konkrete diskursive Effekte zeitigt – die von Laplace, Maxwell, Loschmidt und anderen erschaffenen Wesen bilden die Elemente einer Serie, die sich gegenseitig zeugen und hervorbringen –, so trägt der Labordienner mit seiner opaken Tätigkeit zum Endergebnis bei, obwohl er selbst darin das ausgesparte Element bleibt. Obwohl er einen unabdingbaren Bestandteil im Erkenntnisprozess darstellt, kommt er im Forschungsergebnis nicht mehr vor. Der Diener muss unsichtbar bleiben, weil für ihn in der retrospektiven Narration, in einer dem Erfinder-Mythos geschuldeten Wissenschaftsprosa kein Platz, keine Systemstelle, keine Erwähnung vorgesehen ist.

Man könnte schließlich sogar so weit gehen und den Labordienner als das *mediale Apriori* des Dämonen im Gedankenexperiment bezeichnen. Bereits die semantische Nähe von *demon* und *demonstrator*, wie der Labordienner in der frühen *Royal Society* auch heißt, lässt sich als Indiz verstehen. In den

Szenarien von Maxwell oder Laplace füllt der Dämon systematisch jene Stelle aus, die in einer realen Experimentalanordnung sehr konkret der Labordienner oder ein Gehilfe, der Sekretär oder ein Türsteher besetzt hält. Trotz verschiedener Exorzismusstrategien bleiben die dämonisierten Diener ein unverzichtbarer, wenngleich notorisch übersehener Grundbestandteil von Experimentalanordnungen.

Steigbügel gleichermaßen wie Dämonen sind also weit mehr als nur eine Metapher, insofern sie eine Chiffre bilden für die seitens der Wissenschaftsgeschichtsschreibung längstens vernachlässigte Tätigkeit der Subalternen. Sie sind nur andere Worte für jene Medien des Wissens, die als unhintergehbare Vermittler und zugleich verborgene Produktivkräfte der Erkenntnis aufwarten. Denn aus dem Stegreif werden weder Nobelpreise gewonnen noch Naturgesetze aufgestellt. Dies bedarf immenser Vorarbeiten, geduldiger Experimente und der Zuarbeit verschiedenster Elemente und Akteure, die aus den nachträglichen Dokumentationen der Forschungen längst verschwunden sind. »On Stegreif, ohne Steigbügel, ohne Hilfe anderer, das heißt vor allem ohne Diener wird keine Erkenntnis gewonnen. Wir, und damit meinte Newton beziehungsweise – wie Robert Merton in seinem fulminanten Essay gezeigt hat<sup>26</sup> – Bernhard von Chartres, die Subspecies der Wissenschaftler: wir sind nur Zwerge auf den Schultern von Riesen. Bei aller Prägnanz dieses Bonmots, dieses Bild hängt, wenn man so sagen darf, in spezifischer Weise schief. Denn wie ein genauer Blick auf die Wissenschaftsgeschichte zeigen kann, wird immer schon auf die Arbeit von ungenannten Gehilfen zurückgegriffen, die als Steigbügel der Gedanken einen maßgeblichen Anteil am Fortschritt des Wissens verbuchen. Der Herr oder Gentleman steht auch als Naturforscher weniger auf den Schultern von Riesen, sondern – ganz im Sinne der Steigbügelfunktion von wissenschaftlichen Gehilfen, die ihren Rücken zu diesem Zwecke krümmen – buchstäblich auf den Schultern von Dienern.

Markus Krajewski forscht an der Harvard University.

(25) Das »würde« ist freilich durch ein »haben« zu ersetzen, vgl. dazu Shapin, Steven, »The Invisible Technician«, *American Scientist*, Bd. 77, November/December, S. 554–563, 1989, Sibum, H. Otto, »Les gestes de la mesure. Joule, les pratiques de la brasserie et la science«, *Annales. Histoire, Sciences Sociales*, Jg. 53, Nr. 4–5, S. 745–774, 1998, sowie Hentschel, Klaus, *Gaußens unsichtbare Hand: der Universitäts-Mechanicus und Maschinen-Inspector Moritz Meyerstein. Ein Instrumentenbauer im 19. Jahrhundert*, Vandenhoeck & Ruprecht, Göttingen, *Abhandlungen der Akademie der Wissenschaften zu Göttingen, Mathematisch-Physikalische Klasse*, Folge 3, 52, 2005.

(26) Bemerkenswerterweise erwähnt Newton den Satz ausgerechnet in einem Brief an den berühmtesten Labordienner seiner Zeit, Robert Hooke, vgl. Robert K. Merton, *Auf den Schultern von Riesen. Ein Leitfaden durch das Labyrinth der Gelehrsamkeit*, Frankfurt/M., 1965/2005, S. 38.